

PERANCANGAN KESEIMBANGAN LINTASAN PRODUKSI MENGUNAKAN PENDEKATAN SIMULASI DAN METODE *RANKED POSITIONAL WEIGHTS*

Hengky K. Salim^{*)}, Kuswara Setiawan, Lusya P. S. Hartanti

*Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Pelita Harapan
Jl. Jend. A. Yani 288 Surabaya, Indonesia 60234*

Abstrak

Mengidentifikasi dan mengatasi permasalahan yang ada di dunia industri cukup sulit apabila dilakukan menggunakan metode tradisional seperti pemodelan matematika karena memakan waktu yang lama. Penelitian ini menyajikan gabungan pendekatan simulasi dan metode *Ranked Positional Weights* (RPW) untuk mengoptimalkan nilai efisiensi keseimbangan lintasan produksi. Penelitian ini menggunakan *stopwatch time study* untuk mendokumentasikan waktu proses pada setiap mesin dan operator dan juga menganalisis susunan sistem produksi saat ini. Lebih lanjut lagi, penelitian ini menganalisis dan mengolah data-data tersebut menggunakan uji statistik dengan perangkat lunak SPSS. Waktu proses pada setiap mesin dan operator dikonversi menjadi satuan distribusi matematika menggunakan teknik *distribution fitting*. Nilai keseimbangan lintasan produksi pada sistem yang sekarang adalah 59,99 persen dengan 6 stasiun kerja. Penggunaan metode RPW dan pendekatan simulasi dengan perangkat lunak ARENA menghasilkan perbaikan terhadap nilai keseimbangan lintasan produksi menjadi 94,64 persen dengan 3 stasiun kerja di dalam sistem baru yang diuji.

Kata kunci : keseimbangan lintasan produksi; proses produksi; simulasi; *ranked positional weights*; simulasi arena

Abstract

Identifying and optimising industrial problems are quite difficult to be done using traditional methods, such as mathematical modelling which is time consuming. The paper will present a simulation approach and Ranked Positional Weights (RPW) method to improve the production line balance efficiency. This research conducts a stopwatch time study of each machine and operator, as well as analysis to the production layout of the current system. Afterward, this research analyze the data using SPSS statistical software. The processing time of each machine and operator are converted to mathematical distributions using a distribution fitting technique. The line balance efficiency of the current system is 59.99 percent with 6 workstations in the system. Deploying a RPW method and simulation approach using ARENA simulation software has resulted a line balance efficiency improvement to 94.64 percent with 3 workstations in the new proposed system.

Keywords : *production line balancing; production process; simulation; ranked positional weights; arena simulation*

Pendahuluan

Pada era globalisasi saat ini, banyak perusahaan manufaktur mengalami perkembangan pesat. Badan Pusat Statistik Indonesia (2013) mengatakan bahwa industri berskala besar berkembang sebesar 8,94 persen dan industri berskala kecil dan sedang berkembang sebesar 4,84 persen. Perkembangan tersebut menuntut industri-industri menjalankan sistem produksi dengan efisien. Jumlah mesin dan

operator yang minimal, tetapi mampu menghasilkan produktivitas yang tinggi.

Efisiensi keseimbangan lintasan produksi dibutuhkan untuk meningkatkan produktivitas, sehingga mampu memenuhi kebutuhan pasar. Waktu tunggu antar stasiun kerja harus diminimalkan untuk menghindari *bottleneck* yang dapat menyebabkan hasil produksi tidak optimal. Oleh karena itu, tujuan dari penyeimbangan lintasan produksi adalah untuk membantu perusahaan manufaktur dalam mendesain dan mengimplementasikan perbaikan terhadap sistem produksi yang ada saat ini.

^{*)} Penulis Korespondensi.
email: lim.hengky93@live.com

Pada dasarnya, lintasan produksi yang tidak seimbang mengakibatkan *bottleneck*. *Bottleneck* adalah suatu kondisi dimana beberapa stasiun kerja melakukan proses penuh dan beberapa stasiun kerja lainnya dalam kondisi menganggur karena menunggu *input* dari stasiun kerja sebelumnya (Groover, 2008). Guna meminimalkan *bottleneck* dibutuhkan perancangan keseimbangan lintasan produksi. Tetapi, kelemahan perancangan keseimbangan lintasan produksi saat ini adalah efisiensi keseimbangan lintasan tidak optimal.

Metode umum yang digunakan untuk mengoptimalkan nilai efisiensi lintasan produksi adalah metode *Ranked Positional Weights* (RPW) (Ghutukade *et al.*, 2013; Wignjosoebroto, 2000). Metode ini menggunakan sistem alokasi terhadap sejumlah mesin yang dialokasikan dalam suatu stasiun kerja. Cara kerja dari metode ini adalah menghitung bobot dari setiap mesin dan operator yang terdapat di dalam sistem. Bobot tersebut diurutkan dari yang terbesar hingga yang terkecil. Berdasarkan bobot pada masing-masing proses, nilai tersebut dikelompokkan sesuai dengan batas siklus waktu setiap stasiun kerja. Lebih lanjut lagi, penelitian ini menggunakan metode simulasi dengan *software* ARENA. Kelebihan dari metode ini adalah kemampuan model dalam merepresentasikan sistem nyata dengan cukup akurat. Sehingga, *bottleneck* dapat teridentifikasi dan dapat dioptimalkan menggunakan metode RPW.

PT Wijaya Panca Sentosa Food adalah salah satu perusahaan manufaktur di Jawa Timur yang memproduksi mie telur kering. Terdapat dua area produksi di dalam pabrik, yaitu sub-area produksi pertama dan sub-area produksi kedua. Pada sub-area produksi pertama, sistem produksi masih menggunakan tenaga kerja manual. Sedangkan, pada sub-area produksi kedua menggunakan mesin otomatis.

Permasalahan utama pada PT Wijaya Panca Sentosa Food adalah nilai efisiensi lintasan produksi yang rendah. Berdasarkan pengamatan secara langsung, masih banyak proses yang dalam keadaan menganggur dan menunggu *input* dari proses sebelumnya. Hal ini diakibatkan oleh banyaknya operator di beberapa proses. Tetapi di sisi lain, terdapat kekurangan pada beberapa mesin tertentu.

Terdapat banyak penelitian terdahulu yang telah menggunakan metode *Ranked Positional Weights* untuk mengoptimalkan produktivitas suatu lintasan produksi, tetapi belum ada penelitian yang menggunakan gabungan antara pendekatan simulasi dan metode *Ranked Positional Weights*. Penelitian yang dilakukan oleh Cortes *et al.* (2010) menggunakan pendekatan simulasi ARENA untuk mengoptimalkan nilai efisiensi keseimbangan lintasan produksi. Penelitian ini menggunakan industri otomotif sebagai objek penelitian. Lebih lanjut lagi, penelitian ini membandingkan metode baru yaitu, *Modified Ranked Positional Weights* (MRPW) dan *Multi-Started Neighborhood Search Heuristic* (MSNSH). Akan tetapi, relevansi penggunaan metode

Modified Ranked Positional Weights (MRPW) hanya digunakan pada kasus *assembly line* yang kompleks. Sehingga dalam kasus *assembly line* yang sederhana seperti yang ada dalam penelitian ini, penggunaan metode *Ranked Positional Weights* lebih sesuai (Grzechca, 2014).

Pada penelitian ini akan menggunakan simulasi sistem produksi nyata untuk mengidentifikasi *bottleneck* di dalam sistem. Simulasi dengan ARENA digunakan pada penelitian ini agar mampu merepresentasikan sistem nyata secara akurat. Hasil simulasi akan digunakan untuk mengoptimalkan nilai efisiensi keseimbangan lintasan produksi dengan menggunakan metode RPW. Sehingga, *bottleneck* di dalam sistem dapat diminimalkan dan produktivitas meningkat.

Metodologi Penelitian

Tahap pertama – Identifikasi masalah

Identifikasi masalah dilakukan dengan wawancara yang berkaitan dengan permasalahan sistem produksi sekarang.

Tahap kedua – Pengumpulan data

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi, wawancara, dokumentasi, dan studi literatur.

Tahap ketiga – Pengujian statistik

Pengujian statistik yang dilakukan antara lain uji keseragaman data, uji kecukupan data, dan *distribution fitting*. *Distribution fitting* dilakukan dengan menggunakan *software Input Analyzer*, sedangkan uji keseragaman data dilakukan menggunakan *software* SPSS.

Tahap keempat – Simulasi pada sistem produksi sekarang

Simulasi dibuat menggunakan *software* Arena. Parameter replikasi yang digunakan adalah sebanyak 10 replikasi (Siregar, 2011). Nilai efisiensi keseimbangan lintasan produksi dihitung menggunakan rumus pada persamaan 1.

$$E = T_p / T_c \quad \dots\dots\dots [1]$$

Dimana:

E = efisiensi stasiun kerja

T_p = waktu *service* maksimal di dalam sistem

T_c = waktu siklus

Tahap kelima – Verifikasi dan validasi model

Verifikasi model dilakukan dengan mengamati animasi simulasi pada *software* Arena. Sedangkan validasi model dilakukan menggunakan metode *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). MAPE dihitung menggunakan persamaan 2 dan 3.

$$E_1 = |(\bar{Y} - \bar{X}) / \bar{X}| \quad \dots\dots\dots [2]$$

$$E_2 = |(\text{SD}_Y - \text{SD}_X) / \text{SD}_X| \quad \dots\dots\dots [3]$$

Dimana:

E_1 = persentase error rata-rata

E_2 = persentase error standar deviasi

\bar{Y} = *output* pada sistem produksi nyata

\bar{X} = *output* simulasi

SD_Y = standar deviasi *output* pada sistem produksi nyata

SD_X = standar deviasi *output* simulasi

Jika nilai E_1 kurang dari 5% dan nilai E_2 kurang dari 30%, maka dapat dikatakan bahwa model simulasi merepresentasikan sistem produksi nyata (Wahid dan Suryani, 2012).

Tahap keenam – Skenario Perbaikan Sistem Produksi

Skenario usulan perbaikan keseimbangan lintasan produksi dibuat berdasarkan nilai efisiensi keseimbangan lintasan produksi dan persentase utilitas mesin dan operator. Nilai efisiensi keseimbangan lintasan produksi dihitung menggunakan metode RPW. Persentase utilitas pada *output* simulasi digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk alokasi mesin dan operator yang lebih optimal.

Hasil Dan Pembahasan

Distribution Fitting

Estimasi distribusi pada setiap proses menggunakan *software Input Analyzer*. Tabel 1 menunjukkan estimasi distribusi pada setiap proses.

Tabel 1. Hasil *Distribution Fitting*

No.	Nama Proses	Distribusi
1	Pencampuran	TRIA(331, 349, 415)
2	Penggilingan	225 + WEIB(20.6, 1.33)
3	Pemotongan	NORM(75.3, 8.17)
4	Perebusan	TRIA(596, 655, 726)
5	Pencetakan Mie Gulung	77 + 30 * BETA(1.15, 1.09)
6	Pencetakan Mie Bulat	TRIA(68, 91.8, 102)
7	Pengemasan Plastik Mie Gulung	NORM(24.7, 2.45)
8	Packing Kardus Mie Gulung	57 + 23 * BETA(1.37, 1.43)
9	Pengemasan Plastik Mie Bulat	17 + GAMM(1.23, 2.45)
10	Packing Plastik Mie Bulat Menjangan	50 + 19 * BETA(0.807, 0.866)
11	Pengemasan Plastik Mie Bulat Ikan Terbang	16 + 8 * BETA(1.88, 2.39)
12	Packing Plastik Mie Bulat Ikan Terbang	50 + 19 * BETA(1.14, 1.07)

Oleh karena keterbatasan *software* Arena berkaitan dengan penjadwalan produksi, tingkat kedatangan material menggunakan tingkat kedatangan konstan. Perhitungan tingkat kedatangan material adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Kedatangan material} &= 60/(328,38/60) \\ &= 10,97 \approx 11\end{aligned}$$

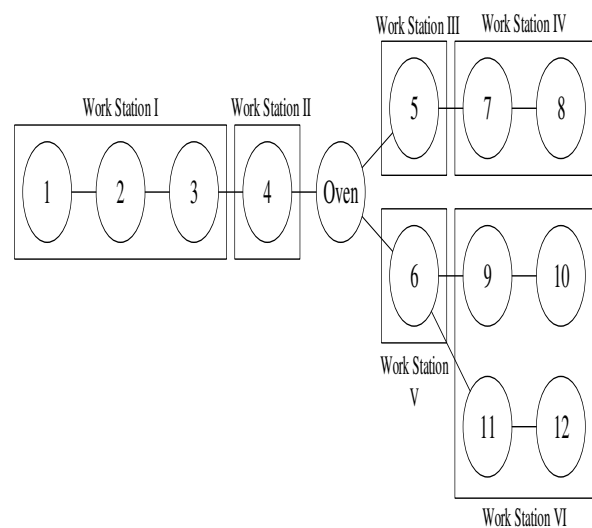
Dari perhitungan diatas, dapat disimpulkan bahwa tingkat kedatangan material adalah 11 unit/jam.

Precedence Diagram

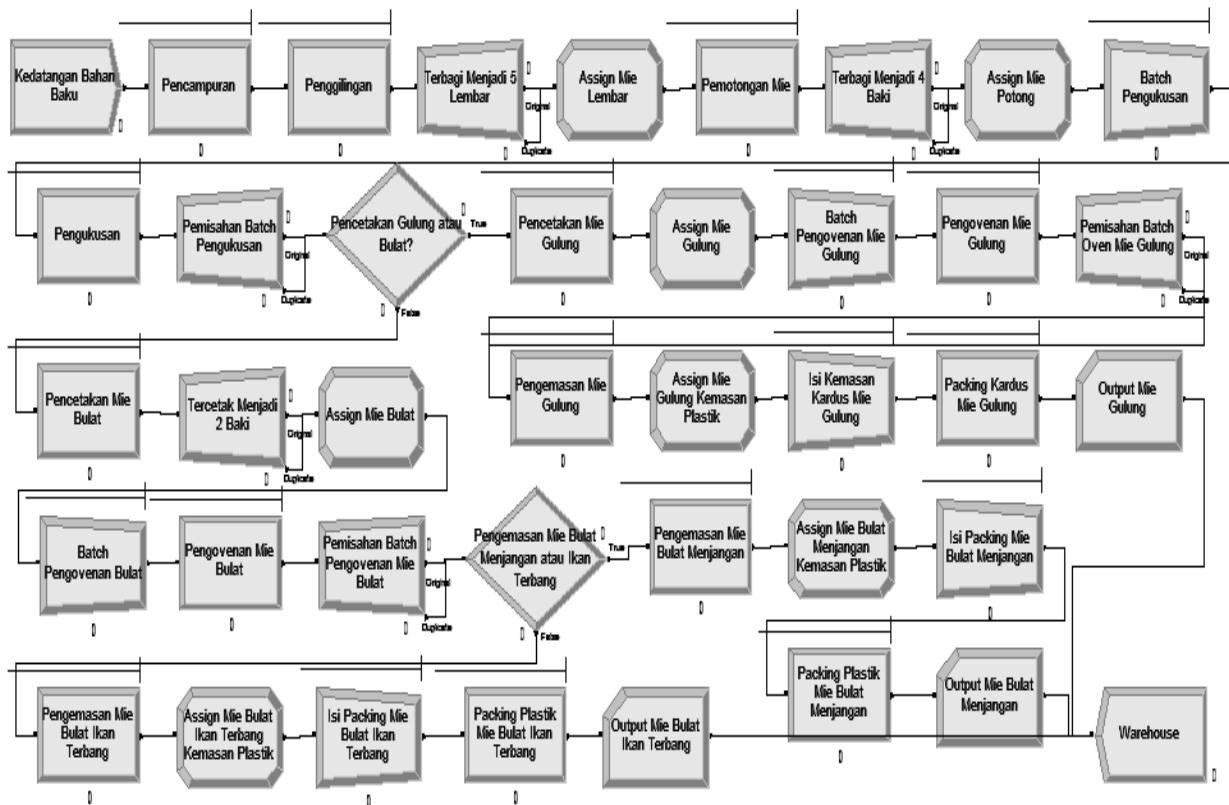
Precedence diagram merupakan suatu diagram yang menunjukkan urutan proses produksi dari awal sampai akhir. *Precedence diagram* digunakan untuk membuat diagram alir proses pada *software* simulasi Arena. Gambar 1 menunjukkan *precedence diagram* pada sistem produksi PT Wijaya Panca Sentosa Food.

Simulasi pada Sistem Produksi Awal

Modul utama yang digunakan untuk membuat simulasi adalah modul proses, entitas, *resources*, tingkat kedatangan material dan penjadwalan. *Flowchart* proses pada *software* Arena dibuat berdasarkan *precedence diagram* dan estimasi distribusi pada masing-masing proses produksi. Gambar 2 menunjukkan *flowchart* proses pada *software* Arena.



Gambar 1. *Precedence Diagram*



Gambar 2. Flowchart Proses pada Software Arena

Menjalankan Simulasi

Simulasi dijalankan sebanyak 10 replikasi dengan 6 hari kerja dan 20 jam kerja. Jam kerja sebanyak 20 jam di dalam parameter replikasi, termasuk proses oven yang dilakukan diluar jam kerja normal. Jam kerja normal per hari adalah 7 jam kerja. Oleh karena itu, proses yang dilakukan setelah oven akan dilakukan pada hari berikutnya.

Uji Kecukupan Replikasi

Uji kecukupan replikasi digunakan untuk menguji apakah jumlah replikasi yang digunakan untuk menjalankan simulasi cukup atau tidak. Uji kecukupan replikasi dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$e = \left(\frac{t_{\alpha/2, R-1} S_0}{\sqrt{n_0}} \right) \dots\dots\dots [4]$$

$$e = \left(\frac{2,262 \times 148,45}{\sqrt{10}} \right) = 106,19$$

$$R \geq \left(\frac{Z_{\alpha/2} S_0}{e} \right)^2 \dots\dots\dots [5]$$

$$R \geq \left(\frac{1,96 \times 148,45}{106,19} \right)^2$$

$$R \geq 7,55$$

Dimana:

R = jumlah replikasi

e = estimasi nilai *error*

S₀ = standar deviasi

n₀ = jumlah replikasi awal

t_{α/2, R-1} = nilai t_{tabel}

Berdasarkan perhitungan diatas, dapat dibuat tabel perhitungan kecukupan jumlah replikasi yang terdapat pada tabel 2.

Tabel 2. Perhitungan Jumlah Replikasi

R	8	9	10	11
t _{0.025,}	2,3		2,2	2,2
R-1	6	2,31	6	0
R'	10,	10,4	9,9	9,4
	9	3	8	6

Berdasarkan tabel 2, dapat disimpulkan bahwa jumlah replikasi minimal adalah 10 replikasi (R > R'), sehingga tidak dibutuhkan penambahan jumlah replikasi pada saat menjalankan simulasi.

Uji Beda

Uji beda dilakukan dengan menggunakan *software* SPSS dengan modul *Paired-Sample T Test*. Uji beda digunakan untuk menguji apakah hasil *output* produksi pada simulasi dan sistem nyata terdapat perbedaan yang signifikan atau tidak.

Berdasarkan hasil SPSS, nilai t_{hitung} adalah -0,345 dengan *degree of freedom* 9. Nilai t_{tabel} dengan tingkat keyakinan 95 persen yaitu antara -2,262 sampai 2,262. Karena nilai t_{hitung} masih berada pada rentang nilai pada t_{tabel} maka H₀ diterima bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara rata-rata *output* pada sistem nyata dan *output* simulasi.

Verifikasi dan Validasi Model

Verifikasi model dilakukan dengan menganalisis *output* produk pada simulasi dan membandingkan *output* produk tersebut dengan *output* pada sistem nyata. *Output* produk secara keseluruhan dalam sistem nyata rata-rata 2232,7 unit dan *output* hasil simulasi rata-rata 2252,5 unit. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa model yang disimulasikan merepresentasikan kondisi sistem produksi nyata. Hasil *output* simulasi dan sistem nyata terdapat pada Tabel 3.

Tabel 3. *Output* Simulasi dan Sistem Nyata

Replikasi (j)	<i>Output</i> pada Sistem Nyata (X)	<i>Output</i> Simulasi (Y)
1	2405	2393
2	2118	2102
3	2255	2392
4	2334	2102
5	2128	2393
6	2149	2153
7	2098	2103
8	2167	2393
9	2404	2102
10	2269	2392
Rata-rata	2232.7	2252.5
Standar Deviasi	117.71	148.45

Validasi model dilakukan menggunakan metode *Mean Error Absolute Percentage* (MAPE). Validasi model dilakukan dengan menggunakan rumus pada persamaan 2 dan persamaan 3.

$$E_1 = \left| \frac{2252,5 - 2232,7}{2232,7} \right| = 0,89\%$$

$$E_2 = \left| \frac{148,45 - 117,71}{117,71} \right| = 26,12\%$$

Berdasarkan perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa model yang dibuat valid, karena nilai $E_1 < 5\%$ dan nilai $E_2 < 30\%$ (Wahid dan Suryani, 2012).

Efisiensi Keseimbangan Lintasan Produksi Awal

Perhitungan efisiensi keseimbangan lintasan produksi awal terdapat pada Tabel 4.

Tabel 4. Efisiensi Keseimbangan Lintasan Produksi Awal

Stasiun Kerja	Proses	Waktu Operasi (detik)	Efisiensi Stasiun Kerja
1	1,2,3	684.13	100.00%
2	4	659.12	96.34%
3	5	92.54	13.53%
4	6	170.46	24.92%
5	7,8	290.08	42.40%
6	9,10,11,12	566.33	82.78%
Efisiensi Lintasan Produksi		2462.66	59.99%

Berdasarkan tabel 4, dapat disimpulkan bahwa nilai efisiensi keseimbangan lintasan produksi pada kondisi awal adalah sebesar 59,99%.

Usulan Perbaikan Keseimbangan Lintasan Produksi Skenario 1

Pada skenario pertama dilakukan perancangan keseimbangan lintasan produksi dengan menggunakan metode *Ranked Positional Weights* untuk mengalokasikan jumlah stasiun kerja yang optimal pada sistem produksi dan menganalisis nilai efisiensi keseimbangan lintasan produksi pada jumlah stasiun kerja yang optimal. Pengalokasian proses pada stasiun kerja dilakukan dengan mengalokasikan proses dengan bobot tertinggi sampai terendah. Dalam pengalokasian proses dalam sebuah stasiun kerja, tidak boleh melebihi waktu siklus (T_c) dalam sistem. Nilai efisiensi keseimbangan lintasan produksi pada skenario pertama masih belum optimal, sehingga dilakukan simulasi menggunakan ARENA untuk mengetahui mesin dan operator mana yang memiliki persentase utilitas yang rendah. Perhitungan efisiensi keseimbangan lintasan produksi pada skenario 1 terdapat pada tabel 5.

Tabel 5. Efisiensi Keseimbangan Lintasan Produksi Skenario 1

Stasiun Kerja	Nomor Proses	Bobot	Waktu (detik)	Waktu Stasiun Kerja (detik)
1	1	2861.09	364.85	985.12
	2	2617.07	244.02	
	3	2373.05	376.25	
2	4	1996.8	659.12	1172.36
	6	808.63	170.46	
	5	408.22	92.53	
	9	319.48	250.25	
3	11	318.69	244.13	953.86
	7	315.69	247.4	
	12	74.56	74.56	
	10	69.23	69.23	
Total Waktu			2861.09	
Keseimbangan Lintasan			81.35%	

Nilai *output* yang digunakan adalah *output* pada sistem nyata 2232,7. Perhitungan waktu siklus adalah sebagai berikut (dalam 1 minggu terdapat 117 jam kerja dan 1 siklus/*batch* menghasilkan 6,34 unit):

$$T_c = \frac{60}{2232,7/117} \times 6,34$$

$$= 1195,8 \text{ detik/batch}$$

$$= 19,93 \text{ menit/batch}$$

Berdasarkan perhitungan pada Tabel 5, dapat disimpulkan nilai efisiensi keseimbangan lintasan produksi pada skenario 1 adalah 81,35%.

Simulasi Skenario 1

Tabel 6. Persentase Utilitas Skenario 1

Mesin/Operator	Utilitas	Utilitas Minimum	Utilitas Maksimum
Mesin <i>Autoclave</i>	0,587	0,5714	0,5998
Mesin Giling	0,664	0,6496	0,6714
<i>Mixer</i>	0,9962	0,9679	1,0063
Operator <i>Packing</i> Mie Bulat Ikan Terbang	0,1318	0,1219	0,1425
Operator <i>Packing</i> Mie Bulat Kuda Menjangan	0,1224	0,1133	0,1316
Operator <i>Packing</i> Mie Gulung	0,1164	0,1157	0,1173
Operator Pemotongan Mie	0,9877	0,9617	0,9967
Operator Pencetakan Mie Bulat	0,1231	0,1185	0,1255
Operator Pencetakan Mie Gulung	0,1968	0,1934	0,2002
Operator Pengemasan Mie Bulat Ikan Terbang	0,4309	0,3975	0,4651
Operator Pengemasan Mie Bulat Kuda Menjangan	0,4421	0,4072	0,4756
Operator Pengemasan Mie Gulung	0,3367	0,3362	0,3371
Oven	0,9504	0,9233	0,9643

Simulasi pada skenario pertama dibuat berdasarkan waktu proses dan jumlah proses pada sistem awal. Berdasarkan hasil *output* simulasi didapatkan persentase utilitas pada masing-masing proses produksi yang terdapat pada tabel 6.

Usulan Perbaikan Keseimbangan Lintasan Produksi Skenario 2

Pada skenario kedua, dilakukan perbaikan berdasarkan persentase utilitas *output* simulasi Arena pada tabel 6 dengan melihat kapasitas mesin atau operator yang belum melakukan pemrosesan secara optimal. Berdasarkan tabel 6, dapat disimpulkan bahwa terdapat operator yang menganggur, karena menunggu pemrosesan dari stasiun kerja sebelumnya, sedangkan beberapa mesin memiliki utilitas yang tinggi di dalam memproses pekerjaan. Optimasi keseimbangan lintasan menggunakan metode *trial-and-error*. Metode ini merupakan salah satu tahapan dalam metode Ranked Positional Weights yang direkomendasikan oleh Heizer dan Render (2006). Pada metode ini, *trial-and-error* dilakukan dengan menambahkan 1 mesin *mixer*, 1 mesin giling, dan 1 operator pemotongan, serta menambah kedatangan bahan baku sebesar 11 paket bahan baku. Sedangkan, untuk operator dan mesin yang berutilitas rendah akan dikurangi. Pengurangan operator terjadi pada operator pencetakan mie bulat sebanyak 5 operator, operator *packing* sebanyak 3 operator, dan operator pengemasan mie gulung sebanyak 1 operator. Operator-operator tersebut akan dialokasikan untuk mengoperasikan penambahan mesin dan elemen kerja tersebut.

Simulasi Skenario 2

Berdasarkan hasil simulasi ARENA pada skenario 2, dihasilkan *output* rata-rata 2785,5 unit dan persentase utilitas yang terdapat pada Tabel 7.

Tabel 7. Persentase Utilitas Skenario 2

Mesin/Operator	Utilitas	Utilitas Minimum	Utilitas Maksimum
Mesin <i>Autoclave</i>	0,7858	0,7770	0,7904
Mesin Giling	0,6642	0,6580	0,6682
<i>Mixer</i>	1,0000	0,9957	1,0044
Operator <i>Packing</i> Mie Bulat Ikan Terbang	0,2768	0,2581	0,2838
Operator <i>Packing</i> Mie Bulat Kuda Menjangan	0,2570	0,2375	0,2642
Operator <i>Packing</i> Mie Gulung	0,2371	0,2309	0,2494
Operator Pemotongan Mie	0,9931	0,9885	0,9975
Operator Pencetakan Mie Bulat	0,4951	0,4841	0,5063
Operator Pencetakan Mie Gulung	0,3953	0,3907	0,4041
Operator Pengemasan Mie Bulat Ikan Terbang	0,4521	0,4208	0,4627
Operator Pengemasan Mie Bulat Kuda Menjangan	0,4645	0,4297	0,4790
Operator Pengemasan Mie Gulung	0,5154	0,5038	0,5427
Oven	0,9791	0,9772	0,9804

Efisiensi Keseimbangan Lintasan Produksi Skenario 2

Perhitungan nilai efisiensi keseimbangan lintasan produksi pada skenario 2 menggunakan metode RPW. Hasil perhitungan terdapat pada Tabel 8.

Tabel 8. Efisiensi Keseimbangan Lintasan Produksi Skenario 2

Stasiun Kerja	Nomor Proses	Bobot	Waktu (detik)	Waktu Stasiun Kerja (detik)
1	1	5021.51	364.85	1644.24
	2	4656.66	244.02	
	3	4412.64	376.25	
	4	4036.39	659.12	
2	6	1386.59	681.4	1608.66
	5	1131.95	185.06	
	7	946.89	742.2	
3	9	777.42	500.5	1768.61
	11	488.25	488.25	
	12	298.25	298.25	
	10	276.92	276.92	
Total Waktu			5021.51	
Keseimbangan Lintasan			94.64%	

Perhitungan waktu siklus pada sistem usulan skenario 2 adalah sebagai berikut: (dalam 1 minggu terdapat 117 jam kerja dan 1 siklus/batch menghasilkan 12,68 unit)

$$T_c = \frac{60}{2785,5/117} \times 12,68$$

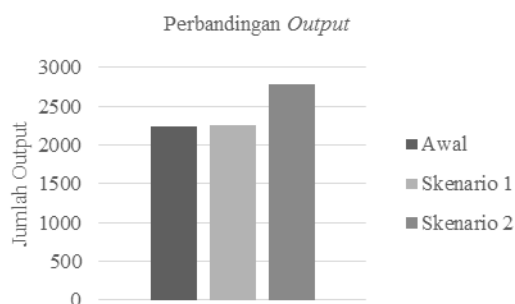
$$= 31,96 \text{ menit/batch}$$

$$= 1917,6 \text{ detik/batch}$$

Berdasarkan perhitungan nilai efisiensi keseimbangan lintasan produksi pada Tabel 8, dapat disimpulkan nilai efisiensi keseimbangan lintasan produksi adalah sebesar 94,64%. Menurut Groover (2008), nilai efisiensi keseimbangan lintasan produksi adalah antara 0,90 sampai 0,98. Jadi, dapat disimpulkan bahwa nilai efisiensi keseimbangan lintasan produksi pada skenario 2 sudah optimal.

Perbandingan Output

Gambar 3. Perbandingan Output



Pada Gambar 3 menunjukkan perbandingan *output* antara sistem produksi awal, usulan pada skenario 1 dan skenario 2.

Berdasarkan perbandingan *output* pada Gambar 3, dapat disimpulkan bahwa *output* pada kondisi awal dan skenario 2 meningkat sebesar 24,76%.

$$\text{Persentase} = \frac{2785,5 - 2232,7}{2232,7} \times 100\%$$

$$= 24,76\%$$

Kesimpulan

Berdasarkan analisis data, didapatkan hasil efisiensi keseimbangan lintasan produksi awal adalah 59,99% dengan jumlah stasiun kerja awal berjumlah 6 stasiun kerja. *Output* produk yang dihasilkan pada sistem produksi awal rata-rata berjumlah 2232,7 unit.

Perbaikan pada skenario pertama dengan menggunakan metode RPW dan pendekatan simulasi, menghasilkan jumlah stasiun kerja optimal sebanyak 3 stasiun kerja dengan efisiensi keseimbangan lintasan produksi sebesar 81,35%. Berdasarkan *output* hasil simulasi didapatkan rata-rata *output* produk pada skenario pertama adalah 2252,5 unit. Nilai efisiensi keseimbangan lintasan produksi ini dioptimalkan kembali karena dinilai masih kurang optimal.

Pada Skenario kedua dilakukan penambahan 1 mesin *mixer*, 1 mesin giling, dan 1 operator pemotongan, serta menambah kedatangan bahan baku sebesar 11 paket bahan baku. Selain penambahan juga dilakukan pengurangan operator, yaitu operator pencetakan mie bulat sebanyak 5 operator, operator *packing* sebanyak 3 operator, dan operator pengemasan mie gulung sebanyak 1 operator. Berdasarkan hasil optimasi, didapatkan jumlah stasiun kerja optimal sebanyak 3 stasiun kerja dengan efisiensi keseimbangan lintasan produksi sebesar 94,64%. Hasil *output* produksi rata-rata pada simulasi sebanyak 2785,5 unit.

Daftar Pustaka

- Biro Pusat Statistik. "Pertumbuhan Produksi Industri Manufaktur Triwulan I Tahun 2013" *Berita Resmi Statistik*, 1 Mei 2013, 1
- Cortes, Pablo, Luis Olivera dan Jose Guadix (2010) "Optimising and simulating the assembly line balancing problem in a motorcycle manufacturing company: a case study" *International Journal of Production Research*, 48(12), pp. 3637-3656
- Ghutukade, Santosh T. dan Suresh M. Sawant (2013) "Use of ranked position weighted method for assembly line balancing" *International Journal of Advanced Engineering Research and Studies*, 2(4), pp. 1-3
- Groover, Mikell P. (2008) *Automation, Production Systems, and Computer-integrated Manufacturing*, New Jersey: Prentice Hall

- Heizer, Jay dan Barry Render, 2006. Operations Management Buku 2 edisi ke tujuh. Jakarta: Penerbit Salemba Empat.
- Siregar, Indra S. F. "Perancangan Sistem Keseimbangan Lintasan Produksi dengan Teknik Simulasi" S.T., diss., Universitas Sumatera Utara, 2011
- Wahid, Abdurrahman dan Erma Suryani (2012) "Penerapan model sistem dinamis untuk analisa program pelatihan ditinjau dari knowledge management pada perusahaan ABC (studi kasus: PT Pertamina (Persero) unit pemasaran VI Kalimantan, Balikpapan)" *Jurnal Teknik Pomits*, 1(1), pp. 1-5
- Wignjosuebrotto, Sritomo (2000) *Ergonomi Studi Gerak dan Waktu: Teknik Analisis untuk Peningkatan Produktivitas Kerja*, Surabaya: Guna Widya